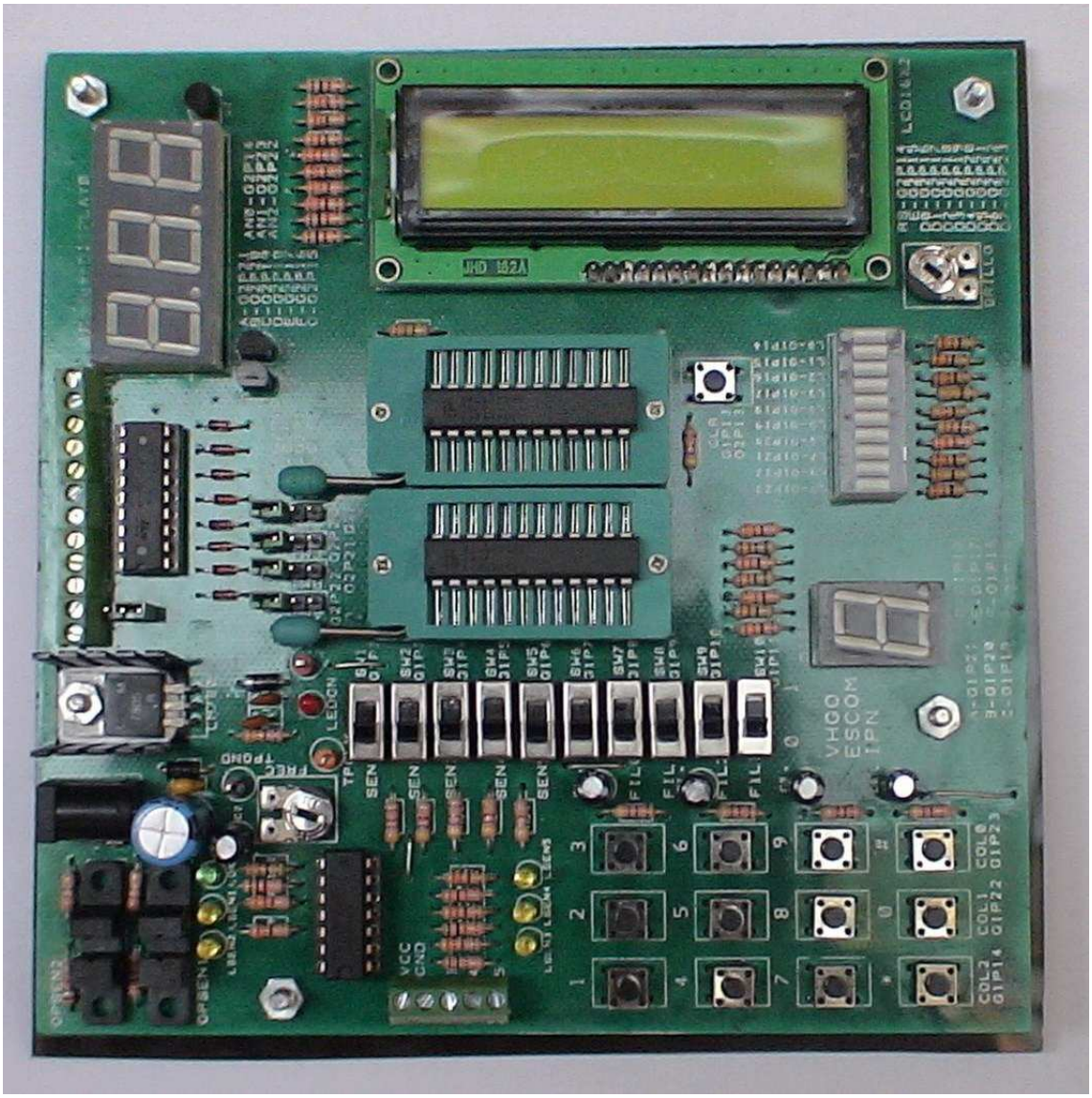
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

ACADEMIA DE SISTEMAS DIGITALES

TARJETA DE DESARROLLO EDUCACIONAL PARA DISEÑO DIGITAL USANDO DISPOSITIVOS LÓGICOS PROGRAMABLES.

MANUAL DE USUARIO



Profesor: Victor Hugo García Ortega

Tabla de contenido

Índice de figuras i
Índice de tablas i
Lista de acrónimos ii
Descripción de la tarjeta. 1
Oscilador. 1
Fuente de alimentación. 2
Bases ZIF. 2
Control de motores. 2
Leds y display de ánodo común. 3
Módulo de 3 displays multiplexados de ánodo común y LCD. 4
Interruptores y teclado matricial. 5
Sensores ópticos. 6
Referencias. 7

Índice de figuras

Figura 1 Arquitectura de la tarjeta de desarrollo. 1

Índice de tablas

Tabla 1 Terminales de conexión del oscilador en las GAL. 2
Tabla 2 Terminales de conexión de la señal de reset en las GAL. 2
Tabla 3 Terminales de conexión del ULN2803A en las GAL. 3
Tabla 4 Terminales de conexión de los LEDs en la GAL1. 3
Tabla 5 Terminales de conexión de los segmentos del display en la GAL1. 4
Tabla 6 Terminales de conexión de los segmentos del módulo de 3 displays multiplexados en la GAL2. 4
Tabla 7 Terminales de conexión del LCD en la GAL2. 5
Tabla 8 Terminales de conexión de los interruptores en la GAL1. 5
Tabla 9 Terminales de conexión del teclado en la GAL1. 6
Tabla 10 Terminales de conexión de los sensores en la GAL1. 6

Lista de acrónimos

DC. **D**irect **C**urrent. Corriente directa.

CPLD. **C**omplex **P**rogrammable **L**ogic **D**evice. Dispositivo lógico programable complejo.

ESCOM. **E**scuela **S**uperior de **Cóm**puto.

FPGA. **F**ield **P**rogrammable **G**ate **A**rray. Arreglo de compuertas programables en campo.

GAL. **G**eneric **A**rray **L**ogic. Arreglo lógico genérico.

IPN. **I**nstituto **P**olitécnico **N**acional.

LCD. **L**iquid **C**rystal **D**isplay. Display de cristal líquido.

LED. **L**ight **E**mitting **D**iode. Diodo emisor de luz

PLD. **P**rogrammable **L**ogic **D**evice. Dispositivo lógico programable

SPDT. **S**ingle **P**ole **D**ouble **T**hrow. Un polo dos tiros.

VHDL. **V**HSIC **H**ardware **D**escription **L**anguage.

VHSIC. **V**ery **H**igh **S**peed **I**ntegrated **C**ircuit. Circuito integrado de muy alta velocidad

ZIF. **Z**ero **I**nsertion **F**orce. Inserción sin fuerza o presión.

Descripción de la tarjeta.

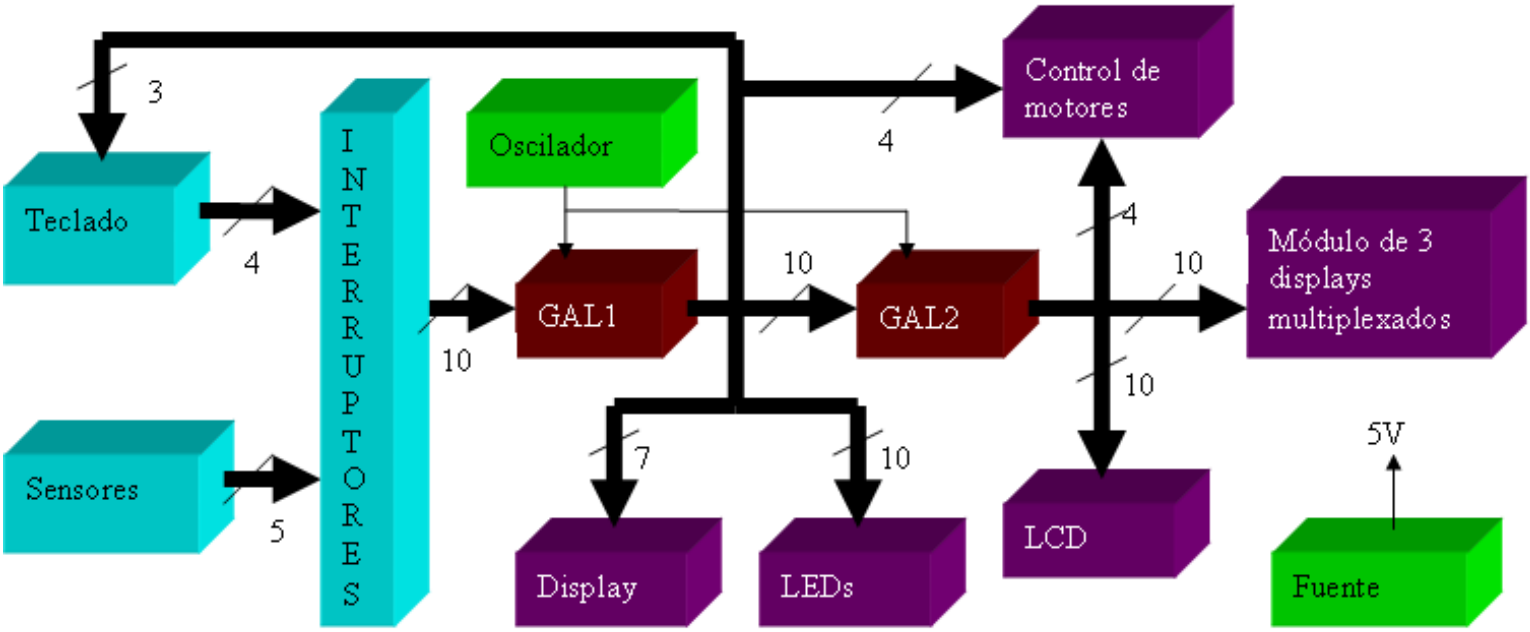


Figura 1 Arquitectura de la tarjeta de desarrollo.

En la figura 1 se muestra la arquitectura de la tarjeta de desarrollo donde se observa la interconexión de dos GALs del modelo 22V10, las cuales tienen disponibles 22 terminales de entrada/salida y 10 macroceldas[1] de salida. Con estos dispositivos podemos realizar numerosas prácticas de diseño digital que involucren los distintos elementos mostrados en la figura. Los elementos que contiene esta tarjeta fueron divididos en 8 módulos, lo cuales son:

1. Oscilador.
2. Fuente de alimentación.
3. Bases ZIF .
4. Control de motores.
5. Leds y display de ánodo común.
6. Módulo de 3 displays multiplexados de ánodo común y LCD.
7. Interruptores y teclado matricial.
8. Sensores ópticos.

Cada uno de estos módulos se describe a continuación.

Oscilador.

En este módulo se diseño un oscilador con disparo Schmitt usando el inversor 74HC14 [6]. La señal generada es aproximadamente una onda cuadrada que depende de los valores de la resistencia R1, el preset FREC y el capacitor CP1 [1]. Este oscilador esta diseñado para manejar un rango de frecuencias de

[1] Una macrocelda es un bloque lógico configurable formado por un flip-flop tipo D y sumas de productos que se encuentra en las terminales de la salida de la GAL. Esta macrocelda puede ser configurada para tener salidas combinatorias o salidas registradas.

1.198 Hz a 1200 Hz, el cual es ajustado con el preset FREC. En la tarjeta se puede observar la frecuencia del oscilador a través del LED LOSC y la podemos medir usando la punta de prueba TPCLK y TPGND usando un osciloscopio.

Las terminales de las GALs donde se encuentra la señal del oscilador se muestran en la tabla 1.

Señal	Terminal de la GAL
Oscilador	Terminal 1 en GAL1 y GAL2

Tabla 1 Terminales de conexión del oscilador en las GAL.

Fuente de alimentación.

La tarjeta se puede alimentar con un eliminador de 9V-12V a 500mA siempre y cuando no se use esta alimentación para el manejo de motores (en este caso usar una fuente externa para alimentar a los motores). En caso de querer alimentar a los motores con el mismo eliminador, usar uno de 9V-12V y al menos 1A. El voltaje del eliminador es regulado usando un circuito 7805 [2] para obtener 5V. El voltaje puede observarse a través del LED LEDON y se puede medir usando las puntas de prueba TPVCC y TPGND.

Bases ZIF.

En estas bases se introducen las GAL22V10 para la prueba de las diferentes prácticas. La forma de introducir las GAL a las bases es **SIEMPRE CON LA TERMINAL 1 DE LA GAL HACIA LA PALANCA DE SUJECIÓN.** En estas bases se encuentra conectado un interruptor (Push Button) para mandar la señal de reset o clear a usar en los circuitos secuenciales síncronos. El interruptor usado para mandar la señal de reset es normalmente abierto, y manda 0V mientras no se presione y 1 cuando se presiona. La base ZIF1 contendrá a la GAL1 y la base ZIF2 a la GAL2.

Las terminales de las GALs donde se encuentra la señal de reset se muestran en la tabla 2.

Señal	Terminal de la GAL
Reset o clear	Terminal 13 en GAL1 y GAL2

Tabla 2 Terminales de conexión de la señal de reset en las GAL.

Control de motores.

En este módulo se utiliza un driver de potencia modelo ULN2803A [3], el cual contiene un arreglo de 8 transistores Darlington que proporcionan hasta 500mA de corriente en colector y un voltaje de salida de hasta 50V para el manejo de motores a pasos y DC. En la tarjeta las primeras 4 entradas del

ULN2803A están etiquetadas como AM1, BM1, CM1 y DM1. Estas entradas pueden manejar a un motor a pasos M1 unipolar de 4 hilos, el cual es conectado en la bornera con la etiqueta MOTOR1. Este motor puede ser controlado por la GAL1 o la GAL2, esto se selecciona mediante los headers colocados debajo del ULN2803A. Las otras 4 entradas del ULN2803A están etiquetadas como AM2, BM2, CM2 y DM2. Estas entradas pueden manejar a otro motor a pasos M2, el cual es controlado solamente por la GAL2 y debe conectarse en la bornera con la etiqueta MOTOR2.

El diseño permite seleccionar el voltaje de operación para los motores mediante un header colocado a un lado del ULN2803A. Con este header se elige si se desea utilizar el voltaje de 5V de la tarjeta para alimentar a los motores o si el usuario desea utilizar un voltaje diferente a este, el cual debe ser introducido con una fuente externa en la bornera colocada a un lado de la bornera MOTOR1. También se colocaron 8 diodos de protección para las GAL.

Las terminales de las GALs donde se encuentran conectadas las entradas del ULN2803A se muestran en la tabla 3.

Señal del ULN2803A	Terminal de la GAL
AM1	GAL1 terminal 19, GAL2 terminal 22
BM1	GAL1 terminal 20, GAL2 terminal 21
CM1	GAL1 terminal 21, GAL2 terminal 20
DM1	GAL1 terminal 22, GAL2 terminal 19
AM2	GAL2 terminal 18
BM2	GAL2 terminal 17
CM2	GAL2 terminal 16
DM2	GAL2 terminal 15

Tabla 3 Terminales de conexión del ULN2803A en las GAL.

Leds y display de ánodo común.

En este módulo se muestra la interconexión de una barra de 10 LEDs y un display de ánodo común. Los dos son conectados a la salida de la GAL1. Las terminales de la GAL1 donde se encuentran conectados los LEDs se muestran en la tabla 4.

LED	Terminal de la GAL1
LED 0	14
LED 1	15
LED 2	16
LED 3	17
LED 4	18
LED 5	19
LED 6	20
LED 7	21
LED 8	22
LED 9	23

Tabla 4 Terminales de conexión de los LEDs en la GAL1.

Las terminales de la GAL1 donde se encuentran conectados los segmentos del display se muestran en la tabla 5.

Segmento del display	Terminal de la GAL1
Segmento A	21
Segmento B	20
Segmento C	19
Segmento D	18
Segmento E	17
Segmento F	16
Segmento G	15

Tabla 5 Terminales de conexión de los segmentos del display en la GAL1.

Módulo de 3 displays multiplexados de ánodo común y LCD.

En esta sección se conecta un módulo de 3 displays multiplexados de ánodo común a la GAL2. Dado que cada segmento consume 10 mA con una resistencia de 330Ω a 5V, se necesitan 70 mA para encender 7 segmentos simultáneamente de cualquier display. Esta cantidad de corriente no puede ser suministrada por un solo pin de salida de la GAL (fan out), por lo que usamos un transistor PNP BC557 [7] que puede suministrar hasta 100 mA de corriente en colector. Este transistor se ocupa como interruptor. Al colocar 0 en la base del transistor se cierra produciendo que el voltaje de alimentación circule hacia la terminal de ánodo común del display.

Las terminales de la GAL2 donde se encuentran conectados los segmentos del módulo de 3 displays multiplexados se muestran en la tabla 6.

Segmento del módulo	Terminal de la GAL2
Segmento A	21
Segmento B	20
Segmento C	19
Segmento D	18
Segmento E	17
Segmento F	16
Segmento G	15

Tabla 6 Terminales de conexión de los segmentos del módulo de 3 displays multiplexados en la GAL2.

El LCD que se propone es un LCD alfanumérico modelo JHD162A [4] de 16 caracteres visibles y dos líneas. Utiliza un bus de datos de 8 bits y dos líneas de control para el envío de comandos y datos. También es controlado por la GAL2 y utiliza un preset de $10K\Omega$ para variar el brillo (con la etiqueta BRILLO). Se puede configurar en modo de 4 y 8 bits para el despliegue de información.

Las terminales de la GAL2 donde se encuentran conectadas las terminales del LCD se muestran en la tabla 7.

Señal del LCD	Terminal de la GAL2
RS	14
E	15
D0	16
D1	17
D2	18
D3	19
D4	20
D5	21
D6	22
D7	23

Tabla 7 Terminales de conexión del LCD en la GAL2.

Interruptores y teclado matricial.

En este módulo se utilizan 10 interruptores SPDT para introducir información digital a la GAL1. Los interruptores con etiquetas SW1, SW2, SW3, SW4 y SW5 comparten funciones con los sensores ópticos, es decir, además de introducir valores digitales (1 y 0) a la GAL, también permiten la entrada de los valores provenientes de dichos sensores.

Las terminales de la GAL1 donde se encuentran conectadas las terminales de los interruptores se muestran en la tabla 8.

Interruptor	Terminal de la GAL1
SW1	2
SW2	3
SW3	4
SW4	5
SW5	6
SW6	7
SW7	8
SW8	9
SW9	10
SW10	11

Tabla 8 Terminales de conexión de los interruptores en la GAL1.

También se tiene un teclado matricial de 4 filas y 3 columnas, el cual esta diseñado con interruptores normalmente abiertos. Las 3 columnas son controladas por la GAL1, mientras que las filas comparten funciones con los interruptores con etiquetas SW7, SW8, SW9 y SW10, es decir, estos interruptores además de introducir valores digitales a la GAL también permiten la entrada de los valores provenientes de cada fila del teclado. La correspondencia de estos interruptores con las filas del teclado se muestra en la tabla 8. **Entonces, para poder usar el teclado los interruptores SW7, SW8, SW9 y SW10 deben estar en la posición de "1" para que permitan el paso de los valores de cada fila.**

Las terminales de la GAL1 donde se encuentran conectadas las terminales del teclado se muestran en la tabla 9.

Filas y columnas	Terminal de la GAL1
Fila 0	8 a través de SW7
Fila 1	9 a través de SW8
Fila 2	10 a través de SW9
Fila 3	11 a través de SW10
Columna 0	23
Columna 1	22
Columna 2	14

Tabla 9 Terminales de conexión del teclado en la GAL1.

Sensores ópticos.

En este módulo se encuentran dos opto interruptores H21B1 [5] etiquetados como OPSEN1 y OPSEN2. Estos sensores consisten de un diodo emisor infrarrojo y un foto Darlington en el mismo encapsulado. La salida del sensor ofrece una corriente de colector de 40 mA. Debido a que los sensores no ofrecen salidas digitales puras (pueden producir oscilaciones a la salida) es necesario obtener dicha señal antes de introducirla a la GAL. Una forma de hacerlo es colocando inversores Schmitt trigger [1]. En este módulo se usa el 74HC14 [6], el cual contiene 6 inversores. Uno de ellos se usa en el diseño del oscilador, dos con los sensores ópticos H21B1 y quedan disponibles 3 para que el usuario pueda conectar otros sensores ópticos. Estos sensores comparten funciones con los interruptores con etiquetas SW1, SW2, SW3, SW4 y SW5, es decir, estos interruptores además de introducir valores digitales a la GAL también permiten la entrada de los valores provenientes de cada sensor. La correspondencia de estos interruptores con las filas del teclado se muestra en la tabla 9. **Entonces, para poder usar los sensores, los interruptores SW1, SW2, SW3, SW4 y SW5 deben estar en la posición de "0" para que permitan el paso de los valores de cada sensor.**

Todos los sensores tienen un LED indicador que muestra cuando están enviando una señal digital. **En el caso de los sensores OPSEN1 y OPSEN2, estos mandan un '1' lógico a la entrada de la GAL1 cuando se introduce un objeto entre el diodo emisor y el foto Darlington.**

Las terminales de la GAL1 donde se encuentran conectadas las terminales de cada sensor se muestran en la tabla 10.

Sensor	Terminal de la GAL1
OPSEN1	2 a través de SW1
OPSEN2	3 a través de SW2
Sensor 3	4 a través de SW3
Sensor 4	5 a través de SW4
Sensor 5	6 a través de SW5

Tabla 10 Terminales de conexión de los sensores en la GAL1.

Referencias.

[1] Ronald J. Tocci, “Sistemas digitales, principios y aplicaciones”, Prentice Hall, 2003.
[2] National Instruments. “LM7805 Data Sheet”, 2010.
[3] Texas Instruments. “ULN2803A Data Sheet”, 2010.
[4] JHD company. “JHD162A Data Sheet”, 2010.
[5] Fairchild Semiconductor, “H21B1 Data Sheet”, 2010.
[6] NXP Semiconductor, “74HC14 Data Sheet”, 2010.
[7] Fairchaild Semiconductor, “BC557 Data Sheet”, 2010.